

DETEKSI GEN PLANTARISIN ISOLAT LOKAL *Lactobacillus plantarum* ASAL BUAH KAKAO (*Theobroma cacao*) DAN BUAH MERAH PAPUA (*Pandanus conoideus* LAMK)

Skripsi



Andi Dwi Setyawati Putri Maro

31150072

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2022**

Deteksi Gen Plantarisin Isolat Lokal *Lactobacillus plantarum* Asal
Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua (*Pandanus
conoideus* Lamk)

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si.)
pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Andi Dwi Setyawati Putri Maro

31150072

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2022**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Dwi Setyawati Putri Maro
NIM : 31150072
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“Deteksi Gen Plantarisin Isolat Lokal *Lactobacillus plantarum* Asal Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua (*Pandanus conoideus* Lamk)”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 16 April 2020

Yang menyatakan



(Andi Dwi Setyawati Putri Maro)
NIM. 31150072

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

DETEKSI GEN PLANTARISIN ISOLAT LOKAL *Lactobacillus plantarum* Asal Buah Kakao (*Theobroma cacao*) DAN BUAH MERAH PAPUA (*Pandanus conoideus* Lamk)

telah diajukan dan dipertahankan oleh :

ANDI DWI SETYAWATI PUTRI MARO

31150072

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

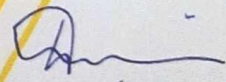
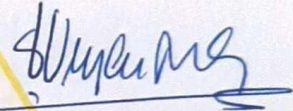
dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains pada tanggal 09 Februari 2022

Nama Dosen

1. Dr. Charis Amaranitini, M.Si
(Ketua Tim Penguji/Dosen Pembimbing I/Dosen Penguji I)
2. Tri Yahya Budiarmo, S.Si., MP
(Dosen Pembimbing II/Dosen Penguji II)
3. Dr. Dhira Satwika, M.Sc
(Dosen Penguji III)

Tanda Tangan

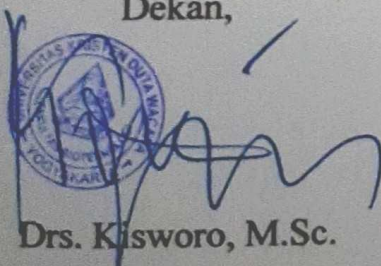


Yogyakarta, 09 Februari 2022

Disahkan oleh :

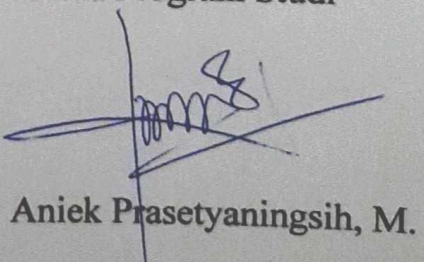
UTA WACANA

Dekan,



Drs. Kisworo, M.Sc.

Ketua Program Studi



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Deteksi Gen Plantarisin Isolat Lokal
Lactobacillus plantarum Asal Buah Kakao
(*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua
(*Pandanus conoideus* Lamk).

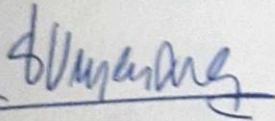
Nama Mahasiswa : Andi Dwi Setyawati Putri Maro

Nomor Induk Mahasiswa : 31150072

Hari/Tanggal Ujian : 09 Februari 2022

Disetujui oleh :

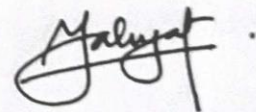
Pembimbing Utama,



(Dr. Charis Amarantini, M.Si)

NIK : 0519016801

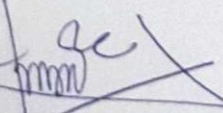
Pembimbing Pendamping,



(Tri Yahya Budiarmo, S.Si, MP)

NIK : 0503036902

Ketua Program Studi Biologi



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK : 0518096402

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andi Dwi Setyawati Putri Maro

NIM : 31150072

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

“Deteksi Gen Plantarisin Isolat Lokal *Lactobacillus plantarum* Asal Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua (*Pandanus conoideus* Lamk)”

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 09 Februari 2022



(Andi Dwi Setyawati Putri Maro)

NIM : 31150072

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas setiap berkat, anugerah, kasih dan penyertaan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Deteksi Gen *Plantaricin* yang dihasilkan Oleh Bakteri *Lactobacillus Plantarum* yang diisolasi dari Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua (*Pandanus conoideus* Lamk)” dengan baik.

Penelitian ini dilakukan untuk memenuhi syarat akademik dalam menyelesaikan program Strata 1 Sarjana Sains (S.Si) dan penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna dikarenakan keterbatasan yang ada sehingga penulis menerima dukungan dalam bentuk masukan, kritik dan saran yang membangun sehingga skripsi ini menjadi lebih baik dan bermanfaat.

Dengan penuh kasih, hormat dan bangga, penulis mempersembahkan ucapan terima kasih kepada orang-orang terdekat yang senantiasa memberikan dukungan baik lewat kehadiran selama proses penyusunan skripsi maupun lewat doa tulus yang tidak pernah putus. Ucapan ini diberikan untuk Papa Marthen Maro yang tidak menyerah untuk memberikan kepercayaan, Alm. Mama Agusthina Maro yang mendukung dari jauh, kakak Shanti yang memberikan doa, kasih dan dukungan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan studi, kakak Deddy yang memberikan dukungan motivasi dan juga materil, keponakan Afshara dan Mikaela yang menjadi kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan penyusunan skripsi, anak kosan Magang yang senantiasa mendukung dengan kasih, doa, dan sabar selama penyusunan selama skripsi berlangsung hingga selesai.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan juga tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung, oleh sebab itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. Charis Amarantini, M.Si., selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak bantuan, membimbing, memberikan masukan dalam bentuk ilmu, waktu, dan motivasi dengan penuh kesabaran.
2. Tri Yahya Budiarmo, S.Si, MP. selaku pembimbing II yang juga memberikan banyak bantuan, membimbing dan mendukung penulis sehingga penelitian dapat terselesaikan.
3. Para dosen yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu pembelajaran selama proses kuliah.
4. Dewi Andini selaku laboran yang membantu mengarahkan selama penelitian di laboratorium.

5. Viona Salakory Sindy Sema atas dukungan dalam proses penelitian sehingga penulisan skripsi dapat diselesaikan.
6. Kak Noma, Mon, Nira, Kak Ulay yang terus mendukung penulis dalam menyusun naskah.
7. Nana yang menemani penulis selama masa penulisan, persiapan ujian dan masa-masa sulit.
8. Pemimpin rohani, Ko Bul, Kak Ayu, Ko Jojo dan keluarga *Army of God*, anak-anak *God's Chosen* Gereja Mawar Sharon Yogyakarta yang tak putus mendukung dan mendoakan penulis.

Yogyakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bakteriosin Asal Bakteri Asam Laktat (BAL)	4
2.2 Biosintesis dan Produksi Bakteriosin.....	4
2.3 Mekanisme Kerja Bakteriosin.....	6
2.4 Gen Plantarisin dari Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	7
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	9
3.2 Alat.....	9
3.3 Bahan.....	9
3.4 Cara Kerja	9
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1. Hasil Isolasi DNA	14
4.2. Hasil PCR Amplikon Gen Plantarisin Isolat Bakteri Asam Laktat.....	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	22
5.1. Kesimpulan.....	22
5.2. Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Kondisi PCR Deteksi Gen Plantarisin	12
Tabel 4.2 Hasil deteksi gen plantarisin pada <i>L. plantarum</i> Asal Sampel Buah Kakao dan Buah Merah	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Biosintesis dan Sekresi Bakteriosin (Dride, 2006).....	5
Gambar 2 2 Representasi skematik lokus plantarisin C di <i>Lactobacillus plantarum</i> LL441	6
Gambar 3.1.Tahapan kerja deteksi gen plantarisin pada isolat lokal bakteri asam laktat asal buah merah Papua dan buah Kakao.....	10
Gambar 4.1 Hasil isolasi DNA delapan isolat <i>L. plantarum</i> yang akan digunakan untuk deteksi gen plantarisin.....	14
Gambar 4.2.1 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnA</i> terdeteksi pada 450bp.....	15
Gambar 4.2.2 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnAC</i> yang memperlihatkan tidak adanya ampikon gen <i>plnAC</i> pada isolat <i>L. plantarum</i> asal sampel buah kakao dan buah merah.	16
Gambar 4.2.3 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnEF</i> terdeteksi pada 285bp pada isolat <i>L. plantarum</i> asal sampel buah kakao dan buah merah.	16
Gambar 4.2 4 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnF</i> terdeteksi pada 159bp pada isolat <i>L. plantarum</i> asal sampel buah kakao dan buah merah.	17
Gambar 4.2 5 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnJ</i> terdeteksi pada 267bp pada isolat <i>L. plantarum</i> asal sampel buah kakao dan buah merah.	18
Gambar 4.2 6 Hasil elektroforesis deteksi gen <i>plnW</i> terdeteksi pada 750bp pada isolat <i>L. plantarum</i> asal sampel buah kakao dan buah merah.	18
Gambar 4.2 7 Ikatan antara faktor induksi (<i>plnA</i>) pada membran sel <i>plnB</i> yang mengarah ke proses autoforforilasi. Regulator terforforilasi mengikat promotor yang diatur untuk mengaktifkan (<i>plnC</i>) atau menekan (<i>plnD</i>) ekspresi gen yang terlibat dalam sintesis bakteriosin.....	20
Gambar 4.2 8 Mekanisme penembusan membran (pembuatan pori pada membran) (a) metode <i>barrel-stave</i> (b) metode <i>wedge (carpet)</i> (JØrgenrud, 2009).....	21

ABSTRAK

Deteksi Gen Plantarisin Isolat Lokal *Lactobacillus plantarum* Asal Buah Kakao (*Theobroma cacao*) dan Buah Merah Papua (*Pandanus conoideus* Lamk)

ANDI DWI SETYAWATI PUTRI MARO

Tanaman kakao dan buah merah Papua merupakan *biosources* yang penting bagi Indonesia. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada buah merah Papua dan kakao diperoleh isolat bakteri *Lactobacillus plantarum* yang memiliki kemampuan menghasilkan antimikrobia yang pemanfaatannya sebagai biopreservatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi gen plantarisin pengkode bakteriosin pada isolat *L. plantarum*. Isolat yang dipilih untuk diketahui terdapatnya gen plantarisin adalah isolat yang memiliki kemampuan hidup pada kondisi pH asam, garam empedu dan mampu menghambat bakteri patogen dengan spektrum yang luas. Keberadaan gen plantarisin dideteksi dengan mengamplifikasi gen *plnA*, *plnAC*, *plnEF*, *plnF*, *plnJ* dan *plnW*. Hasil studi ini menunjukkan 8 isolat bakteri asam laktat yaitu BAL strain S3B1, S1B1, S2T2, S1T2, S1T1, S1B1, S2T4, S2B1 terdeteksi memiliki gen *plnA*, *plnF*, *plnJ* dan *plnW*. Satu isolat BAL strain S3B1 terdeteksi memiliki gen *plnEF*. Tidak satupun dari 8 isolat BAL yang diuji terdeteksi memiliki gen *plnAC*, sehingga perlu dilakukan optimasi lanjutan. Ditemukannya gen plantarisin pada delapan isolat BAL tersebut menunjukkan bahwa semua isolat memiliki potensi untuk dapat digunakan sebagai biopreservatif.

Kata kunci: gen plantarisin, *L.plantarum*, buah kakao, buah merah Papua.

ABSTRACT

Detection of Plantaricin Genes Local Isolates *Lactobacillus plantarum* from Cocoa (*Theobroma cacao*) and Papuan Red Fruit (*Pandanus conoideus* Lamk)

ANDI DWI SETYAWATI PUTRI MARO

Papua's cocoa and red fruit plants are important biosources for Indonesia. Previous research showed that Papuan red fruit and cocoa were obtained by isolates of *Lactobacillus plantarum* bacteria which have the ability to produce antimicrobials which are used as biopreservatives. The purpose of this study was to detect the plantaricin gene encoding bacteriocin in *L. plantarum* isolates. The isolates selected to determine the presence of the plantaricin gene were isolates that had the ability to live in acidic pH conditions, bile salts and were able to inhibit pathogenic bacteria with a broad spectrum. The presence of the plantaricin gene was detected by amplifying the *plnA*, *plnAC*, *plnEF*, *plnF*, *plnJ* and *plnW* genes. The results of this study showed that 8 isolates of lactic acid bacteria, namely BAL strains S3B1, S1B1, S2T2, S1T2, S1T1, S1B1, S2T4, S2B1 were detected to have *plnA*, *plnF*, *plnJ* and *plnW* genes. One isolate of BAL strain S3B1 was detected to have the *plnEF* gene. None of the 8 LAB isolates tested were detected to have the *plnAC* gene, so further optimization is necessary. The discovery of the plantaricin gene in the eight LAB isolates indicated that all isolates had the potential to be used as biopreservatives.

Key words: plantaricin gene, *L. plantarum*, cacao fruit, Papuan red fruit.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pengawetan makanan secara konvensional seperti pengawetan dengan suhu dingin, dan pengawetan dengan proses penggaraman dinilai belum maksimal dalam mencegah pertumbuhan bakteri patogen pada bahan makanan. Hal ini dibuktikan dengan masih ditemukannya bakteri patogen seperti *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, dan bakteri *E. coli*. Bakteri patogen seperti *Listeria monocytogenes* seringkali ditemukan pada makanan yang disimpan pada suhu dingin dikarenakan bakteri ini mampu tumbuh di kondisi suhu dingin maupun suhu tinggi pada kisaran 1 hingga 45°C, pada kondisi pH rendah bahkan pada konsentrasi garam yang tinggi sehingga pertumbuhannya sulit untuk dikendalikan. Hal ini membuat pentingnya pemanfaatan bahan pengawet alternatif lain yang mampu menghambat pertumbuhan patogen yang tentunya tidak merubah kesegaran dan keamanan bahan makanan (Wardani, 2008).

Bakteri asam laktat (BAL) dikenal sebagai organisme yang aman (mikroba GRAS, *Generally Recognized as Safe*) dan telah berperan penting pada proses pengawetan baik sebagai mikroflora alami maupun mikroflora yang ditambahkan dalam bentuk starter (Yang *et al.* 2012). Bacteri asam laktat seperti *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* dan *Streptococcus* sering digunakan sebagai pengawet alami karena mampu menghasilkan senyawa antimikroba dan mempunyai kemampuan antagonis yang kuat terhadap bakteri patogen (Lelise *et al.* 2014). Dampak dari pengawetan oleh bakteri asam laktat (BAL) dikarenakan adanya produksi asam organik yang menurunkan pH, produksi senyawa antimikroba seperti hidrogen peroksida, CO₂, diasetil, asetaldehid, reuterin, bakteriosin dan lainnya.

Salah satu spesies dari genus *Lactobacillus* yang potensial menghasilkan senyawa antimikroba adalah *Lactobacillus plantarum*. Spesies bakteri ini memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan spesies lainnya yakni mampu menghambat mikroorganisme patogen lebih kuat dimana daerah penghambatan lebih besar dibandingkan bakteri asam laktat lainnya. Anas (2008) melaporkan bahwa kemampuan *L. plantarum* dalam menghambat mikroorganisme patogen memiliki daerah penghambatan sebesar 28mm, angka ini lebih besar dibandingkan dengan bakteri *L. casei* (26mm), bakteri *L. rhamnosus* (19mm), *L. acidophilus* (16mm) dan

bakteri *L. sakei* (25mm). Keunggulan lain yang dimiliki *L. plantarum* adalah bakteriosin yang dihasilkan memiliki kestabilan terhadap suhu panas karena formasi protein bersifat globuler sehingga bagian hidrofobik menjadi kuat. Penyusun bakteriosin yang dihasilkan juga tersusun atas asam amino jenis sistein sehingga strukturnya menjadi lebih stabil (Najim, 2012). Menurut Ogunbawo (2013), bakteriosin yang dihasilkan juga stabil pada rentang pH yg cukup luas yakni 2-8 yang dikarenakan titik isoelektriknya berada pada 8,0 - 9,0 dimana semakin tinggi nilai pH maka solubilitasnya semakin menurun dan inilah yang membuat bakteriosin mampu stabil pada pH asam hingga pH 8.

Tanaman kakao dan buah merah Papua merupakan tanaman yang penting bagi Indonesia. Tanaman kakao menempati urutan ke-4 ekspor terbesar Indonesia dalam bidang pertanian setelah minyak sawit, karet dan kelapa. Hal ini menunjukkan bahwa produksi buah kakao di Indonesia cukup besar dengan luas perkebunan kakao di Indonesia mencapai sekitar 1,5 juta hektar. Menurut Wawo (2016) buah merah Papua merupakan *biosources* lokal yang juga memiliki peran penting, khususnya bagi masyarakat Papua yang memanfaatkannya sebagai minyak makan dan bahan dasar obat. Dilaporkan bahwa baik pada tanaman kakao maupun tanaman buah merah Papua, ditemukan bakteri asam laktat (BAL) dan salah satunya adalah *L.plantarum*. Viona (2020) melaporkan bahwa pada buah merah Papua diperoleh 5 isolat bakteri *L.plantarum* yang memiliki kemampuan sebagai kandidat probiotik dan pemanfaatannya sebagai biopreservatif yakni isolat S1T1, S1T2, S1B1, S2T4, dan S2B1. Isolat *L. plantarum* yang berpotensi sebagai biopreservatif juga ditemukan pada sampel buah kakao yakni isolat S3B1, S1B1, dan S2T2 (Sema, 2020).

Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi gen plantarisin sebagai pengkode bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri *L.plantarum* yang diperoleh dari hasil isolasi buah kakao (*Theobroma cacao*) dan buah merah Papua (*Pandanus conoideus Lamk*) yang sebelumnya telah dilakukan oleh Sema dan Viona (2020) .

1.2 Perumusan Masalah

Bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (BAL) dilaporkan memiliki kemampuan antagonis terhadap mikroorganisme patogen yang seringkali ditemukan pada bahan makanan yang telah diawetkan dengan suhu dingin maupun dengan cara penggaraman. *Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu spesies yang

dinilai mampu menghasilkan bakteriosin yang lebih unggul dibandingkan dengan spesies lainnya, sehingga dimungkinkan adanya gen plantarisin pengkode bakteriosin yang terdapat pada isolat bakteri *L. plantarum* hasil isolasi buah kakao dan buah merah Papua yang dilaporkan oleh Sema dan Viona (2020).

1.3 Tujuan

1. Mengetahui adanya gen plantarisin pengkode bakteriosin pada isolat *L. plantarum* hasil isolasi buah kakao (*Theobroma cacao*) dan buah merah Papua (*Pandanus conoideus Lamk*).

1.4 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengetahui adanya gen plantarisin pengkode bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri *Lactobacillus plantarum* hasil isolasi buah kakao dan buah merah Papua yang berpotensi sebagai bahan pengawet di industri makanan. Terdeteksinya gen plantarisin menjadi bukti yang menguatkan potensi isolat *L. plantarum* untuk dioptimalkan sebagai penghasil bakteriosin.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Bakteri *L.plantarum* hasil isolasi dari buah merah Papua dan buah kakao terbukti dideteksi memiliki adanya gen plantarisin pengkode bakteriosin. Isolat S3B1(K) merupakan strain yang tercatat paling banyak terdeteksi gen plantarisin yaitu ditemukannya gen *plnA*, *plnEF*, *plnF*, *plnJ*, dan *plnW*, sedangkan 7 isolat lainnya ditemukan gen *plnA*, *plnEF*, *plnF*, *plnJ* dan *plnW*. Tidak terdeteksinya gen *plnAC* dan *plnEF* perlu dilakukan optimasi lanjutan baik pada medium tumbuh maupun pada variasi suhu *annealing* pada tahap PCR.

Dengan demikian delapan isolat *L.plantarum* asal buah kakao dan buah merah papua yang diuji memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai biopreservatif dengan perlu dilakukan optimasi lanjutan.

5.2. Saran

Penelitian ini perlu dilanjutkan melalui uji optimasi plantarisin sebagai biopreservatif dan kemampuan antagonis *L.plantarum* terhadap bakteri patogen lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarantini, C., Prakasita, V.C., Sema, M.T., Preliminary Selection of Lactic Acid Bacteria Isolated from Cocoa Beans (*Theobroma cacao*) as Probiotics Candidates. *Jurnal Tradis Biologi* Vol. 12 No. 1 (2021) 1-8.
- Amarantini, C., Prakasita, V.C., Salakory, V.C., Identification of Lactic Acid Bacteria from Papuan Red Fruit (*Pandanus conoideus* Lam.) with Potential as Probiotics and Antibacterials. *Scholars Academic Journal of Biosciences*. ISSN 2347-9515.
- Ananou, S., M. Maqueda, M. Martínez-Bueno & E. Valdivia. 2007. Biopreservation, an ecological approach to improve the safety and shelf-life of foods. Dalam: Méndez-Vilas, A. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. FORMATEX. 475-486.
- Anas, Mami, Henni Jamal Eddine dan Kihal Mebrouk. 2008. Antimicrobial Activity of *Lactobacillus* Species Isolated from Algerian Raw Goat's Milk Against *Staphylococcus aureus*. *World Journal of Dairy And Food Sciences*. 3(2):39-49.
- Branen AL. 1993. Introduction to use of antimicrobials. In: Davidson, P.M, Branen AL (eds). *Antimicrobials in Food*. 2nd ed, Revisid and Expanded. Marcell Dekker, New York.
- Chen H, Guan D dan Hoover DG. 2006. Sensitivities of foodborne pathogens to pressure changes. *Journal of Food Protection* 69: 130–136.
- Cho, G.S., Huch, M., Hanak, A., Holzapfel, W.H., Franz, C.M.A.P., 2009. Genetic analysis of the plantaricin EFI locus of *Lactobacillus plantarum* PCS20 reveals an unusual plantaricin E gene sequence as a result of mutation. *Int. J. Food Microbiol.* S117-S124.
- Cintas, I. F. Nes, P. E. Hernández, and H. Holo. 1997. Enterocin B, a new bacteriocin from *Enterococcus faecium* T136 which can act synergistically with enterocin A. *Microbiology* 143:2287–2294.
- Diep, D.B., Straume, D., Kjos, M., Torres, C., Nes, I.F., 2009. An overview of the mosaic bacteriocin *pln* loci from *Lactobacillus plantarum*. *Peptides* 30, 1562–1574.
- Drude, Djamel, Gumnar Fimland, Yandd Hechard, Lynn M. McMullen, and Hervé Prévost. 2006. The Continuing Story of Class IIa Bacteriocins. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 70(2).
- Flórez, A.B., Mayo, B., 2018. Genome Analysis of *Lactobacillus plantarum* LL441 and Genetic Characterization of the Locus for the Lantibiotic Plantaricin C. *Front. Microbiol.* 9:1916. doi: 10.3389/fmicb.2018.01916
- Hafsan. 2014. Bakteriosin Asal Bakteri Asam Laktat sebagai Biopreservatif Pangan. *Jurnal Tekno Sains*. 8 (2)
- Jørgenrud BM. 2009. Construction of a Heterologous Expression Vector for Plantaricin F, One of the Peptides Constituting the Two-Peptide Bacteriocin Plantaricin EF [Thesis]. Oslo: University of Oslo.
- Kristiansen PE., Gunnar F, Dimitris M dan Jon NM. 2005. Structure and mode of action of the membrane-permeabilizing antimicrobial peptide pheromone plantaricin A. *The Journal of Biological Chemistry* 280:22945-22950.
- Lelise, A., G. Belaynesh, M. Mulubrhan, S. Kedija, B. Endashaw & B. Abebe. 2014. Isolation and screening of antibacterial producing lactic acid bacteria from traditionally fermented drinks (“Ergo and Tej”) in Gondar town, Northwest Ethiopia. *Global Research Journal of Public Health and Epidemiology* 1(3): 18-22.
- Marshall, S. H. 2003. Antimicrobial Peptides: As Natural Alternative to Chemical Antibiotics and A Potential for Applied Biotechnology. *Electron. J. Biotech.* 3(6).
- Najim, Hadi, Zuhair Ahmad Mohammed, Zina Saab Khudir. 2012. The Antibacterial Activity of Bacteriocin Produced by *Lactobacillus acidophilus* Isolates Against Sensitive Reference Strain *Lactobacillus acidophilus* R0052 and its Stability to Different pH,

- Heating and Storage Temperatures. Proceeding of The Eleventh Veterinary Scientific Conference. 274-279.
- Neetles, C. G., and Barefoot, S. F. 1993. Biochemical and Genetic Characteristic of Bacteriocins of Food-associated Lactic Acid Bacteria. *J. Food Prot.* 56: 338-356.
- Ogunbawo, S. T., A. I. Sarni & A. A. Omilude. 2003. Characterization of Bacteriocins Produced by *Lactobacillus plantarum* F1 and *Lactobacillus brevis* OGI. *Afric. Journal Biotechnol.* Vol:2. No. 8.: 210-227.
- Pei J, Grishin NV (2001) Type II CAAX prenyl endopeptidases belong to a novel superfamily of putative membrane-bound met alloproteases. *Trends Biochem Sci* 26:275–277
- Pelczar MJ dan Chan ECS. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Pr.; 2005. 5-190.
- Ray, B. 2004. *Fundamental Food Microbiology*. 3rd Edition. CRC Press Boca Raton, New York, Washington D.C, London.
- Sáenz Y, Rojo-Bezares B, Navarro L, Díez L, Somalo S, Zarazaga M, Ruiz-Larrea F, Torres C (2009) Genetic diversity of the pln locus among oenological *Lactobacillus plantarum* strains. *Int. J. Food Microbiol.* 134:176-183.
- Sogandi., Mustopa. A.Z., Artika. I.M., 2019. The Characterization of Bacteriocins Produced by *Lactobacillus plantarum* Strains Isolated From Traditional Fermented Foods in Indonesia and The Detection of Its Plantaricin-Encoding Genes. *Indones J Biotechnol* 24(1), 2019, 1-7. doi: 10.22146/ijbiotech.42582.
- Tagg, J.R., Ray, B. 1995. Bacteriocins of Gram Positive Bacteria. *Microbiol. Rev* 59:171-200.
- Todorov S.D. Bacteriocins from *Lactobacillus plantarum* – production, genetic organization and mode of action. *Brazilian J of Microbiol.* – 2009. – Vol. 40. – P. 209– 221.
- Wardani, A.K., 2008. Purifikasi dan Karakterisasi Bakteriosin dari Bakteri Asam Laktat (BAL). Repository.ub.ac.id.
- Wawo, A.H., Lestari, Peni., Setyowati, Ninik., 2019. Buah Merah (*Pandanus conoideus* Lamk) Bioresources Pegunungan Tengah Papua : Keanekaragaman dan Upaya Konservasinya. *Jurnal Biologi Indonesia*. 15(1): 107-121.
- Yang, E., Fan, L., Jiang, Y., Doucette, C., Fillmore, S., 2012. Antimicrobial activity of bacteriocin-producing lactic acid bacteria isolated from cheeses and yogurt. *AMB Express* 2(48): 1-12.
- Yulinery, T., Nurhidayat, N., 2013. Aktivitas Antimikroba dan Analisis Gen Plantarisin F dari Isolat *Lactobacillus* Asal Buah-buahan Tropis. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Vol. 11, No.2. hlm. 147-155.
- Zacharof, MP. & RW. Lovitt. 2012. Bacteriocins Produced by Lactic Acid Bacteria a Review Article. 3rd International Conference on Biotechnology and Food Science (ICBFS 2012). Bangkok, Thailand April 7-8, 2012. 2: 50-56.
- Zarazaga, M., Ruiz-Larrea, F., & Torres, C. (2007). Coculture-inducible bacteriocin activity of *Lactobacillus plantarum* strain J23 isolated from grape must. *Food Microbiology*, 24(5), 482–491 <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.09.003>